

3. PREDIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

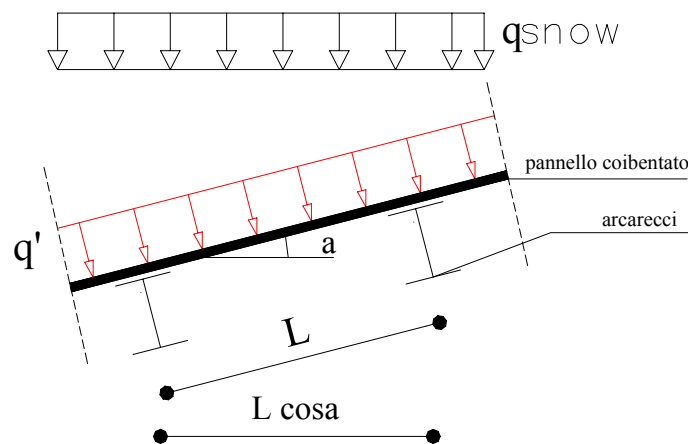
Il predimensionamento degli elementi strutturali è effettuato con riferimento alla condizione di carico relativa al peso proprio più i carichi accidentali verticali dovuti alla neve.

$$F_d = \gamma_g * G_k + \gamma_q * q_{snow}$$

Dove γ_g e γ_q sono dei coefficienti correttivi, mentre G_k rappresenta il peso proprio della struttura e q_{snow} è il carico da neve.

3.1) Dimensionamento dei pannelli di copertura:

La copertura è realizzata con pannelli di lamiera grecata coibentata. Dalle tabelle dei produttori scegliamo la tipologia di pannello che vogliamo utilizzare, in funzione del carico che lo stesso deve sopportare, definendo così lo spessore della lamiera.



$$q_s' = q_s * (L * \cos \alpha / L) * \cos \alpha = 600 * \cos^2 3 \cong 600 \text{ N/m}^2$$

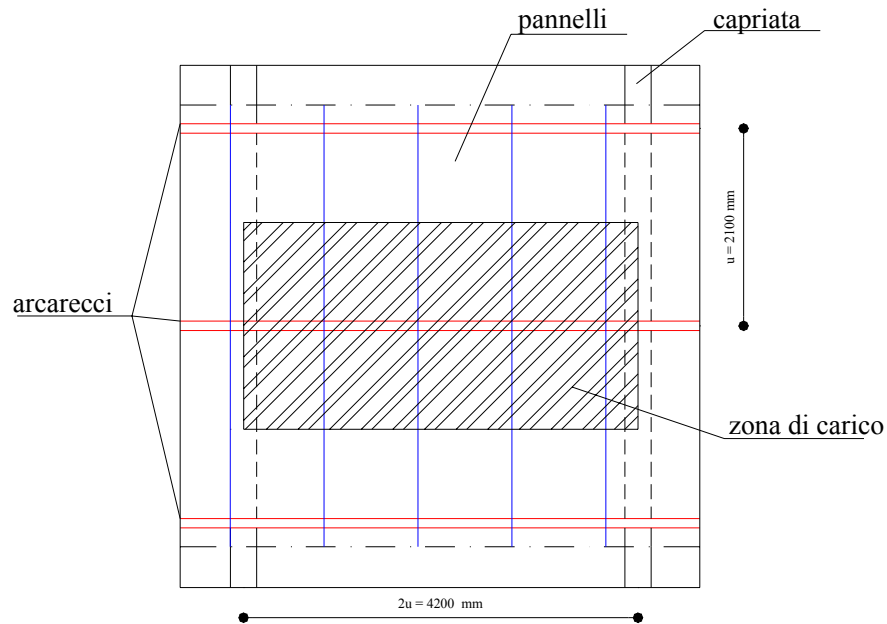
in funzione del carico q_s' agente, dell'interasse fra gli arcarecci (L), dello schema strutturale (trave continua o appoggiata) scelgo il pannello che fornisce deformazioni limitate.

Distanza L	2100 mm
Pannello	PGB TR3 (Marcegaglia spa)
Caratteristiche tecniche :	

- Lunghezza massima 15 m
- Larghezza 1 m

- Spessore pannello 40 mm
- Spessore lamiera 5/10 mm
- Carico massimo (trave App./App.) 2 kN/m² con l=2,5 m
- Peso 102 N/m²
- Freccia < 1/200 L

3.2) Dimensionamento arcarecci:



Dato che la zona di carico dell'arcareccio è larga 2,10 m i carichi agenti per m lineare di arcareccio sugli elementi interni ed esterni saranno:

$$q_{\text{accid.}} = q_{\text{snow}} * u = 600 * 2,1 = 1260 \text{ N/m}$$

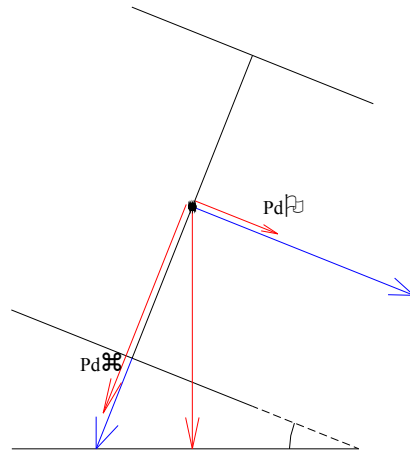
$$g_{\text{perm.}} = (\text{peso proprio pannello}) = p_{\text{pp}} * u / \cos \alpha = 102 * 2,1 / \cos 3 \cong 220 \text{ N/m}$$

Applicando la teoria degli stati limite il carico di progetto sarà pari a:

$$p_d = 1,4 * g_{\text{arc.}} + 1,5 * q_{\text{accid.}} = 1,4 * 220 + 1,5 * 1260 \cong 2200 \text{ N/m}$$

$$(p_d / 2) = 1100 \text{ N/m}$$

supponendo di scegliere un arcareccio con sezione IPE ipotizzando per semplicità di applicare il carico p_d nel baricentro di tale sezione in modo da trascurare effetti torcenti. Poiché il carico agente è verticale, scomponiamolo secondo le direzioni principali d'inerzia della sezione.



$$p_{dO} = p_d * \cos\alpha = 2200 * \cos 3 \cong 2200 \text{ N/m}$$

$$p_{d\zeta} = p_d * \sin\alpha = 2200 * \sin 3 \cong 120 \text{ N/m}$$

supponendo una struttura appoggiata calcoliamo i momenti flettenti massimi in mezzera lungo i due piani di sollecitazione.

$$M_x = (p_{d\zeta} * (2u)^2)/8 = 2200 * 4,2^2 / 8 \cong 4850 \text{ Nm}$$

$$M_y = (p_{dO} * (2u)^2)/8 = 120 * 4,2^2 / 8 \cong 265 \text{ Nm}$$

Supponendo che:

$$\sigma = (M_x/W_x) + (M_y/W_y) = f_{sd}$$

ed essendo solitamente per le travi IPE :

$$W_y = W_x/6$$

abbiamo che:

$$W_x = (M_x + 6*M_y)/f_d$$

Poichè per l'acciaio Fe360 si ha $f_d = 235 \text{ N/mm}^2$ ricaviamo che:

$$W_x = (4850 + 6 * 265) * 10^3 / 235 \cong 27,5 * 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_y = 27,5 * 10^3 / 6 \cong 4,6 * 10^3 \text{ mm}^3$$

Dai cataloghi delle travi IPE utilizzando i moduli di resistenza troviamo la sezione che soddisfa le nostre esigenze.

PROFILATO :	IPE 120
W_x :	53 cm^3
W_y :	$8,65 \text{ cm}^3$
Peso :	104 N/m

Scegliamo una sezione sovradimensionata poiché in seguito dovremo verificare la sua deformabilità, calcolando la freccia in mezzera dovuta ai carichi caratteristici (peso proprio e carichi accidentali) non amplificati.

$$P_k = q_{arc.} + g_{arc.} = (q_s * u + g_{pannello}) + g_{arc.} = (1260 + 220) + 104 = 1584 \text{ N/m}$$

$$P_k O = p_k * \sin \alpha = 1584 * \sin 3 \cong 83 \text{ N/m}$$

$$P_k \zeta = p_k * \cos \alpha = 1584 * \cos 3 \cong 1582 \text{ N/m}$$

$$\text{Freccia } (P_k \zeta) = (5/384) * (P_k \zeta * (2u)^4) / (E * I \zeta) = 9,78 \text{ mm}$$

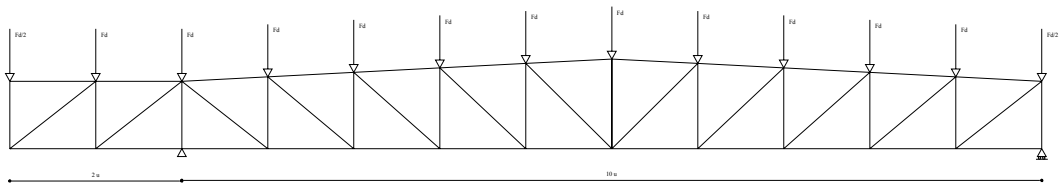
$$\text{Freccia } (P_k O) = (5/384) * (P_k O * (2u)^4) / (E * I O) = 5,90 \text{ mm}$$

$$\text{Freccia tot} = \sqrt{f_\zeta + f_O} = 11,42 \text{ mm}$$

$$f_{max} = 2u/200 = 4200 / 200 = 21 \text{ mm}$$

$f_{tot} < f_{max}$ la sezione è verificata

3.3) Predimensionamento capriata



Sulla base delle tecniche costruttive che s'ipotizzano essere impiegate nella costruzione del capannone, assimiliamo alla struttura di capriata uno schema isostatico. Le forze F_d (carichi amplificati) vengono calcolate con la seguente reazione essendo pari alla somma:

- Scarico arcarecci totale ovvero ($q_{arc.}$) già amplificato
- 1,4 peso arcareccio (carico peso amplificato dell'arcareccio)

il tutto aumentato del 10 % la quale rappresenta la % in peso della struttura di capriata ancora incognita. Sui nodi estremi poniamo $F_d/2$ poiché la zona di carico degli arcarecci e quindi anche il loro scarico è dimezzato.

$$F_d = (q_{arc.} + 1,4 p_{arc.}) * 1,1 = (2200 * 4,2 + 1,4 * 104) * 1,1 \cong 10400 \text{ N}$$

$$F_d/2 = 10400/2 = 5200 \text{ N}$$

Dall'analisi statica dello schema a trave reticolare si determinano gli sforzi normali agenti in ogni elemento. Di questi valori si scelgono i rispettivi valori massimi e minimi (compressione e trazione) nelle diverse tipologie di aste (puntoni, tiranti, traversi, corrente superiore, corrente inferiore) con tali valori delle sollecitazioni unitamente alla tensione massima per l'acciaio determiniamo l'area della sezione mediante la formula del carico di punta dove in maniera cautelativa poniamo il coefficiente ω pari a:

$$\begin{aligned} \omega &= 1 && \text{per gli elementi tesi} \\ \omega &= 2 && \text{per gli elementi compressi} \end{aligned}$$

$$|f_{sd}| = \omega * |N| / \text{area} \quad \Rightarrow \quad \text{Area} = \omega * |N| / |f_{sd}|$$

Classe asta	Compr./Tesa	F_{sd}	N	ω	Area
[-]	[c/t]	[N/mm ²]	[kN]	[-]	[mm ²]
Corrente inferiore	Tesa	235	122,55	1	516
Corrente superiore	Compressa	235	-122,70	2	1033
Puntone	Compressa	235	-75	2	639
Tirante	Tesa	235	78,42	1	334

Scelta profilati:

Puntoni/Tiranti	angolari a lati uguali	2L50*5/10
Corrente inferiore	angolari a lati diversi	2L60*40*5/10
Corrente superiore	UPN	2UPN80/10

Nella tabella seguente si riportano i valori degli sforzi calcolati su ogni asta, il tipo d'asta e la sezione assegnata dato il valore dello sforzo:

Asta	N [kN]	Tipo	Puntone	Tirante	Sezione
1	5,20	Montante	*		2L50*5/10
2	15,60	Montante	*		2L50*5/10
3	74,88	Montane	*		2L50*5/10
4	47,15	Montante	*		2L50*5/10
5	34,61	Montante	*		2L50*5/10
6	22,88	Montante	*		2L50*5/10
7	11,88	Montante	*		2L50*5/10
8	1,44	Montante		*	2L50*5/10
9	7,45	Montante	*		2L50*5/10
10	18,26	Montane	*		2L50*5/10
11	29,72	Montante	*		2L50*5/10
12	41,96	Montante	*		2L50*5/10
13	49,92	Montante	*		2L50*5/10
14	6,91	Corr. Inf.	*		2UPN80
15	0	Corr. Sup.			2L60*40*5/10
16	27,65	Corr. Inf.	*		2UPN80
17	6,91	Corr. Sup.		*	2L60*40*5/10
18	27,65	Corr. Inf.	*		2L60*40*5/10
19	35,06	Corr. Sup.	*		2UPN80
20	35,01	Corr. Inf.		*	2L60*40*5/10
21	78,27	Corr. Sup.	*		2UPN80
22	78,17	Corr. Inf.		*	2L60*40*5/10
23	105,17	Corr. Sup.	*		2UPN80
24	105,05	Corr. Inf.		*	2L60*40*5/10
25	118,32	Corr. Sup.	*		2UPN80
26	118,17	Corr. Inf.		*	2L60*40*5/10
27	119,75	Corr. Sup.	*		2UPN80
28	122,55	Corr. Inf.		*	2L60*40*5/10
29	119,75	Corr. Sup.	*		2UPN80
30	114,28	Corr. Inf.		*	2L60*40*5/10
31	122,70	Corr. Sup.	*		2UPN80
32	92,83	Corr. Inf.		*	2L60*40*5/10
33	114,42	Corr. Sup.	*		2UPN80
34	55,76	Corr. Inf.		*	2L60*40*5/10
35	92,95	Corr. Sup.	*		2UPN80
36	0	Corr. Inf.			2L60*40*5/10
37	55,84	Corr. Sup.	*		2UPN80
38	8,65	Diagonale		*	2L50*5/10
39	25,95	Diagonale		*	2L50*5/10
45	4,07	Diagonale	*		2L50*5/10
46	11,13	Diagonale		*	2L50*5/10
47	28,17	Diagonale		*	2L50*5/10
48	47,51	Diagonale		*	2L50*5/10
49	69,79	Diagonale		*	2L50*5/10
52	78,42	Diagonale		*	2L50*5/10
53	55,32	Diagonale		*	2L50*5/10
54	35,29	Diagonale		*	2L50*5/10
55	17,67	Diagonale		*	2L50*5/10
56	1,97	Diagonale		*	2L50*5/10

Tabella riassuntiva sforzi normali